

**REGULADOR SEMAFÓRICO**

**PRUEBAS DE HOMOLOGACIÓN**

**Barcelona, mayo 2008**

## **TABLA DE CONTENIDOS**

<b>1 INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>6</b>
<b>2 NORMATIVA APLICABLE .....</b>	<b>7</b>
<b>3 ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS .....</b>	<b>8</b>
<b>4 ENSAYOS DE RESISTENCIA AMBIENTAL .....</b>	<b>9</b>
4.1 ASPECTOS GENERALES.....	9
4.2 CRITERIOS DE ACEPTACIÓN.....	9
4.3 ENSAYO DE VIBRACIONES ALEATORIAS .....	9
4.3.1 Descripción del ensayo.....	9
4.3.2 Criterios de aceptación .....	10
4.4 ENSAYO DE IMPACTO PARA LA ENVOLVENTE DEL EQUIPO. ....	10
4.4.1 Descripción del ensayo.....	10
4.4.2 Criterios de aceptación .....	10
4.5 ENSAYO DE GRADO DE PROTECCIÓN IP .....	11
4.5.1 Descripción del ensayo.....	11
4.5.2 Criterios de aceptación .....	11
4.6 CALOR SECO .....	11
4.6.1 Descripción del ensayo.....	11
4.6.2 Criterios de aceptación .....	12
4.7 FRÍO .....	12
4.7.1 Descripción del ensayo.....	12
4.7.2 Criterios de aceptación .....	12
4.8 CALOR HÚMEDO .....	13
4.8.1 Descripción del ensayo.....	13
4.8.2 Criterios de aceptación .....	13
4.9 RADIACIÓN SOLAR .....	13
4.9.1 Descripción del ensayo.....	13
<b>5 ENSAYOS ELÉCTRICOS.....</b>	<b>14</b>
5.1 ASPECTOS GENERALES.....	14
5.2 SALIDAS A SEMÁFOROS.....	14
5.2.1 Medidas .....	14
5.2.2 Pruebas funcionales .....	15

5.2.2.1	Detección de lámpara fundida .....	15
5.2.2.2	Detección de sobrecorrientes .....	15
5.2.2.3	Protección contra cortocircuitos .....	15
5.3	ENTRADAS EXTERNAS.....	15
5.4	SALIDAS EXTERNAS .....	16
<b>6</b>	<b>ENSAYOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA .....</b>	<b>17</b>
6.1	GENERALIDADES .....	17
6.2	ENSAYO DE CONTINUIDAD DE LOS CONDUCTORES DE PROTECCIÓN.....	17
6.3	ETIQUETADO.....	17
6.4	TENSIONES PELIGROSAS.....	17
6.5	RIGIDEZ DIELECTRICA .....	18
6.6	RIESGOS DE INCENDIO .....	18
6.7	DISPOSITIVOS DE PROTECCIÓN DE LAS CORRIENTES DE DEFECTO.....	18
<b>7</b>	<b>ENSAYOS DE SEGURIDAD DE TRÁFICO.....</b>	<b>19</b>
7.1	ASPECTOS GENERALES.....	19
7.2	SALIDAS A SEMÁFOROS.....	19
7.2.1	Conflicto verde/verde .....	19
7.2.2	Colores no deseados.....	19
7.2.3	Señales ausentes .....	19
7.3	ENSAYO DE BAJA TENSIÓN .....	20
7.4	ENSAYO DE TENSIÓN DE PUESTA EN MARCHA.....	20
7.5	ENSAYO DE CORTE DE SUMINISTRO.....	20
7.6	ENSAYO DE FLUCTUACIONES DE SUMINISTRO.....	20
<b>8</b>	<b>ENSAYOS DE CEM .....</b>	<b>21</b>
8.1	INTRODUCCIÓN .....	21
8.2	CONDICIONES GENERALES .....	23
8.3	ENSAYOS DE EMISIÓN .....	24
8.3.1	Aspectos generales .....	24
8.3.2	Límites de las perturbaciones conducidas en bornes de alimentación ...	24
8.3.3	Límites de las perturbaciones conducidas en puertos de telecomunicación.....	24
8.3.4	Límites de las perturbaciones radiadas. ....	25
8.3.5	Ensayo de interferencias discontinuas .....	25

8.3.6	Emisiones de corriente armónica.....	26
8.3.7	Variaciones de tensión y <i>flicker</i> .....	26
8.4	INMUNIDAD .....	26
8.4.1	Puerto de la envolvente .....	26
8.4.1.1	Radiofrecuencia del campo electromagnético .....	26
8.4.1.2	Descarga electrostática .....	27
8.4.1.3	Radiofrecuencia campo magnético pulso modulado. ....	28
8.4.1.4	Frecuencia de red inducida.....	28
8.4.2	Puertos para líneas de señales y control.....	28
8.4.2.1	Ensayo de radiofrecuencia (modo común) .....	28
8.4.2.2	Ensayo de transitorios rápidos.....	29
8.4.2.3	Ensayo de inmunidad a las ondas de choque. ....	29
8.4.3	Puertos para entradas y salidas de potencia en corriente alterna .....	30
8.4.3.1	Ensayo de radiofrecuencia (modo común) .....	30
8.4.3.2	Ensayo de transitorios rápidos.....	31
8.4.3.3	Ensayo de inmunidad a las ondas de choque. ....	31
<b>ANEXO A NORMATIVAS DE REFERENCIA.....</b>		<b>33</b>
<b>ANEXO B INTERFAZ REGULADOR - SEMÁFORO.....</b>		<b>38</b>

## **ÍNDICE DE TABLAS**

Tabla 3-1: Organización de las pruebas.....	8
Tabla 4-1: Severidad del ensayo de vibraciones aleatorias.....	10
Tabla 5-1: Lista de comprobación de las medidas de salida a semáforos.....	15
Tabla 8-1: Ensayos de compatibilidad electromagnética .....	23
Tabla 8-2: Límites de las perturbaciones conducidas en los bornes de alimentación .....	24
Tabla 8-3: Límites de las perturbaciones conducidas en puertos de telecomunicación...	25
Tabla 8-4: Límites de las perturbaciones radiadas.....	25
Tabla 8-5: Límites de las perturbaciones discontinuas .....	26
Tabla 8-6: Niveles de ensayo para casos generales.....	27
Tabla 8-7: Niveles de ensayo de descarga electrostática.....	27
Tabla 8-8: Niveles de ensayo de emisiones de frecuencias radioeléctricas.....	28
Tabla 8-9: Niveles de ensayo de transitorios rápidos.....	29
Tabla 8-10: Niveles de ensayo de inmunidad a las ondas de choque .....	30
Tabla 8-11: Niveles de ensayo de transitorios rápidos .....	31
Tabla 8-12: Niveles de ensayo de inmunidad a las ondas de choque .....	31

# 1 INTRODUCCIÓN

El objeto del presente documento es relacionar las pruebas necesarias para la homologación de los reguladores semafóricos de nueva instalación en la ciudad de Barcelona, con indicación de los niveles de severidad requeridos y de las normas aplicables en cada caso.

El objetivo de las pruebas de homologación es verificar la conformidad del regulador sometido a ensayo con las normas aplicables a los equipos de señalización vial y con los niveles de severidad establecidos por el Ayuntamiento de Barcelona.

El fabricante deberá presentar como mínimo un equipo al organismo responsable de la realización de las pruebas, y se comprometerá a comunicar al Ayuntamiento de Barcelona cualquier modificación que realice en los reguladores tras haber obtenido el certificado de homologación.

Paralelamente el Ayuntamiento de Barcelona expedirá un certificado que valide el cumplimiento de las funcionalidades detalladas en el documento *Especificaciones Técnicas y Funcionales del Regulador semafórico*, sin que ello exima al proveedor de cumplir rigurosamente lo especificado en dicho documento. Para ello se deberán presentar al Ayuntamiento los equipos necesarios para ser sometidos a las pruebas funcionales que la administración considere necesarias.

A partir de la publicación de las *Especificaciones Técnicas y Funcionales del Regulador semafórico*, sólo podrán instalarse en Barcelona reguladores que acrediten estar homologados por un laboratorio independiente, y que dispongan del certificado del Ayuntamiento de Barcelona que valide el cumplimiento de las funcionalidades exigidas.

## 2 NORMATIVA APLICABLE

Las pruebas de homologación prescritas por el presente documento están basadas principalmente en la norma a UNE 135401-2 EX [1].

A lo largo de este documento se hará referencia al código de normas adicionales que establecen las características detalladas de los ensayos a realizar (límites, métodos, equipos...). Una relación del título completo de estas normas de referencia se encuentra en el 0.

### 3 ORGANIZACIÓN DE LAS PRUEBAS

La tabla siguiente presenta las pruebas a realizar:

Tabla 3-1: Organización de las pruebas	
1.	Pruebas de compatibilidad electromagnética
2.	Pruebas de resistencia ambiental
3.	Pruebas eléctricas
4.	Pruebas de seguridad eléctrica
5.	Pruebas de seguridad de tráfico
6.	Pruebas funcionales
7.	Pruebas del protocolo de comunicaciones

Las pruebas se llevarán a cabo normalmente en el orden indicado. En cualquier caso, se recomienda realizar las pruebas de compatibilidad electromagnética en primer lugar.

La presentación del equipo se atenderá a lo dispuesto en el apartado 3.2 de la norma UNE 135401-2 EX [1], con la salvedad de que si se utilizan cargas resistivas en lugar de lámparas, su potencia a la tensión nominal deberá estar comprendida entre 7 y 15 W.

El equipo sometido a ensayo deberá tener instalado el SAI opcional en todas las pruebas que se efectúen excepto en los ensayos de inmunidad y emisión electromagnética a los puertos de alimentación.



## 4 ENSAYOS DE RESISTENCIA AMBIENTAL

### 4.1 Aspectos generales

Las condiciones generales para los ensayos ambientales serán las establecidas en el apartado 4.1 de la norma UNE 135401-2 EX [1], excepto en los casos en que, para una prueba determinada, se especifiquen otras.

### 4.2 Criterios de aceptación

En general, se considerará que el equipo ha pasado la prueba satisfactoriamente si:

- Se cumplen los criterios funcionales descritos en el apartado 4.1 de la norma UNE 135401-2 EX [1].
- Al finalizar cada uno de los ensayos ambientales, el equipo supera el ensayo de aislamiento descrito en el apartado 4.2 de la norma UNE 135401-2 EX, presentando una impedancia superior a  $1M\Omega$  cuando se aplica una tensión de al menos 500 VCC entre los terminales de suministro y la conexión a tierra.

### 4.3 Ensayo de vibraciones aleatorias

#### 4.3.1 Descripción del ensayo

El objeto de esta prueba es comprobar la aptitud del equipo sometido a ensayo para soportar las severidades especificadas de una vibración aleatoria de banda ancha, resultante de ambientes de transporte u operacionales. Para ello se utilizará el método 1 de ensayo Fh, descrito en la norma UNE-EN 60068-2-64 [9].

El equipo se someterá a vibraciones aleatorias según los 3 ejes: vertical, longitudinal y transversal.

El regulador deberá ponerse en marcha y trabajar normalmente antes y después de la prueba, de acuerdo a los criterios descritos en el apartado 4.1. El regulador podrá estar sin alimentación durante el periodo de vibración.

Al inicio y al final del ensayo, el funcionamiento de regulador deberá ser satisfactorio de acuerdo a los apartados 4.1 y 4.2. La seguridad eléctrica del armario deberá mantenerse después de la prueba.

A continuación se definen los parámetros que determinarán la severidad del ensayo:

**Tabla 4-1: Severidad del ensayo de vibraciones aleatorias**

Rango de frecuencias de ensayo	De 10Hz a 500Hz	
Aceleración eficaz total	1,58g	
Densidad espectral de la aceleración	De 10 a 50 Hz	0,020 g <sup>2</sup> /Hz
	De 50 Hz a 150 Hz	0,010 g <sup>2</sup> /Hz
	De 150 Hz a 500 Hz	0,002 g <sup>2</sup> /Hz
Factor de cresta de la señal de excitación	2,5	
Clasificación	Duración de 1 hora en cada eje	AJ1
	Duración de 2 horas en cada eje	AJ2

#### 4.3.2 Criterios de aceptación

Se considerará que el equipo sometido a ensayo ha pasado satisfactoriamente la prueba si:

- Cumple las condiciones generales descritas en el apartado 4.2
- No se aprecian desplazamientos de puertas y cubiertas, de forma que se mantiene la seguridad eléctrica de la envolvente.

### 4.4 Ensayo de impacto para la envolvente del equipo.

#### 4.4.1 Descripción del ensayo

El objeto de esta prueba es clasificar el equipo sometido a ensayo según el grado de protección proporcionado por la envolvente para los materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos.

Como método de clasificación se utilizará el recomendado por la norma UNE 135401-2 EX [1], que es el definido por la norma EN 50102[10]. Esta norma también define los requisitos generales de los ensayos y los aparatos a utilizar.

El equipo sometido a ensayo debe alcanzar como mínimo un grado de protección IK07 (2 julios de energía), referido a la envolvente en su totalidad. Si algunas partes de la envolvente presentan grados de protección diferentes, deberán indicarse por separado. El fabricante podrá optar a una clasificación superior.

Para efectuar los ensayos se utilizarán bien sea el martillo vertical o el de resorte, descritos en la mencionada norma, o bien alguno de los aparatos descritos en la norma EN 60068-2-75 [11].

Se aplicarán 5 impactos por cada cara, uno en el centro y uno en cada una de las esquinas, a una distancia del borde de las caras superior a 20 mm, no siendo necesario que el equipo se encuentre bajo tensión.

#### 4.4.2 Criterios de aceptación

Se considerará que el equipo sometido a ensayo ha pasado satisfactoriamente la prueba si:

- Cumple las condiciones generales descritas en el apartado 4.2.
- No se producen grietas ni penetración.
- No se produce ninguna degradación en el grado de protección IP del equipo

## **4.5 Ensayo de grado de protección IP**

### **4.5.1 Descripción del ensayo**

El objeto de esta prueba es clasificar el equipo sometido a ensayo según el grado de protección proporcionado por la envolvente para los materiales eléctricos con respecto a:

- La protección de personas contra el acceso a partes peligrosas situadas en el interior de la envolvente.
- La protección de los materiales situados en el interior de la envolvente contra efectos perjudiciales ocasionados por la penetración de cuerpos sólidos extraños.
- La protección de los equipos situados en el interior de la envolvente contra los efectos perjudiciales ocasionados por la penetración de agua.

Como método de clasificación se utilizará el recomendado por la norma UNE 135401-2 EX [1], que es el definido por la norma UNE 20324 [13]

El equipo sometido a ensayo debe alcanzar cómo mínimo el grado de protección IP45, referido a la envolvente en su totalidad<sup>1</sup>. El fabricante podrá optar por certificar un grado de protección IP superior, entre los definidos por la norma.

### **4.5.2 Criterios de aceptación**

Se considerará que el equipo sometido a ensayo ha pasado satisfactoriamente la prueba si:

- Cumple las condiciones generales descritas en el apartado 4.2.
- No entra todo el diámetro de la sonda especificada para el grado de protección a verificar (como mínimo IP45) por ninguna apertura de la envolvente.
- No ha entrado agua en el interior del equipo, o bien ha entrado en cantidades insuficientes para alterar el buen funcionamiento del equipo y su seguridad eléctrica.
- Supera los ensayos de tensión de puesta en marcha y de sobretensión especificados en los apartados 7.5 y 7.6, relativos a la seguridad del tráfico, dentro de los 60 minutos siguientes a la finalización del ensayo de grado IP.

## **4.6 Calor seco**

### **4.6.1 Descripción del ensayo**

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del equipo para ser almacenado o utilizado a alta temperatura.

---

<sup>1</sup> En el caso del regulador propuesto, se considera que existirá una única puerta, por lo que no se define el nivel de protección cuando ésta esté abierta.

Para ello se utilizará el ensayo Bd (ensayo de calor seco para especímenes que disipan calor con variación lenta de temperatura) recomendado norma UNE 135401-2 EX [1], que se encuentra descrito en la norma EN 60068-2-2 [14]. Esta norma define también los aparatos de ensayo a utilizar y los procedimientos de acondicionamiento y medida.

El ensayo se llevará a cabo con el equipo con su máxima configuración y carga, en una cámara con las dimensiones suficientes para realizarlo sin circulación forzada de aire, según se define en la mencionada norma.

La severidad mínima de temperatura será la de 60°C. El fabricante podrá optar por certificar una temperatura superior, entre las definidas por la norma.

La severidad mínima de duración de la exposición será de 16 horas. El fabricante podrá optar por certificar una duración superior, entre las definidas por la norma.

#### **4.6.2 Criterios de aceptación**

Se considerará que el equipo sometido a ensayo ha pasado satisfactoriamente la prueba si cumple las condiciones generales descritas en el apartado 4.2.

Se verificará el funcionamiento durante la hora final a alta temperatura, durante el periodo de enfriamiento y una vez alcance la temperatura ambiente.

### **4.7 Frío**

#### **4.7.1 Descripción del ensayo**

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del equipo para ser almacenado o utilizado a baja temperatura.

Para ello se utilizará el ensayo Ab (ensayo de frío para especímenes que no disipan calor con variación lenta de temperatura) recomendado norma UNE 135401-2 EX [1], que se encuentra definido en la norma EN 60068-2-1 [15].

Esta norma define también los aparatos de ensayo a utilizar y los procedimientos de acondicionamiento, recuperación y medidas.

El ensayo se llevará a cabo con el equipo con su máxima configuración y carga y en condiciones de no funcionamiento, excepto en el último periodo de baja temperatura.

La severidad mínima de temperatura será la de -10°C. El fabricante podrá optar por certificar una temperatura inferior, entre las definidas por la norma.

La severidad mínima de duración de la exposición será de 16 horas, medidas a partir del momento en que se alcanza la estabilidad térmica. El fabricante podrá optar por certificar una duración superior, entre las definidas por la norma.

#### **4.7.2 Criterios de aceptación**

Se considerará que el equipo sometido a ensayo ha pasado satisfactoriamente la prueba si cumple las condiciones generales descritas en el apartado 4.2 una vez conectado, al final del periodo de enfriamiento. Es aceptable una demora entre la conexión y el funcionamiento correcto, siempre que no haya salida a lámparas durante este periodo de demora.

## **4.8 Calor húmedo**

### **4.8.1 Descripción del ensayo**

El objeto de este ensayo es determinar la capacidad del equipo para ser almacenado o utilizado bajo condiciones de alta humedad combinada con variaciones cíclicas de la temperatura y, en general, con formación de condensación en su superficie.

Para ello se utilizará la variante 2 del ensayo Db (ensayo cíclico de calor húmedo) recomendado por norma UNE 135401-2 EX [1], que se encuentra definido en la norma EN 60068-2-30 [16].

Esta norma define también los aparatos de ensayo a utilizar y los procedimientos de acondicionamiento, recuperación y medidas.

El ensayo se llevará a cabo con el equipo con su máxima configuración y carga y en condiciones de funcionamiento.

La severidad mínima del ensayo será:

- Temperatura superior: 40°C
- Número de ciclos: 2

El fabricante podrá optar por certificar una severidad superior, seleccionando otros valores de temperatura y número de ciclos entre los definidos por la norma.

### **4.8.2 Criterios de aceptación**

Se considerará que el equipo sometido a ensayo ha pasado satisfactoriamente la prueba si cumple las condiciones generales descritas en el apartado 4.2 en las tres primeras horas de cada ciclo y al final del periodo de enfriamiento.

## **4.9 Radiación solar**

### **4.9.1 Descripción del ensayo**

El objeto de este ensayo es determinar los efectos (térmicos, mecánicos, químicos, eléctricos...) producidos sobre el equipo como consecuencia de la exposición a radiación solar en las condiciones experimentadas en la superficie terrestre.

La realización del ensayo Sa, que se encuentra definido en la norma EN 60068-2-5 [17], podrá ser sustituida según la norma UNE 135401-2 EX [1], por la de calor seco realizada a 60°C. Por tanto, no será necesario realizar esta prueba, ya que se ha incrementado a 60°C el nivel de severidad de la prueba de calor seco.

## 5 ENSAYOS ELÉCTRICOS

### 5.1 Aspectos generales

El objeto de este ensayo es verificar el correcto funcionamiento de las entradas y salidas eléctricas del regulador, con la excepción de la interfaz de comunicaciones. El ensayo se aplicará a una muestra significativa de todas las entradas y salidas eléctricas, no siendo necesario verificar el funcionamiento de todas las conexiones de un mismo tipo.

Los ensayos se realizarán con el regulador instalado en su envoltorio, conectado en condiciones normales de funcionamiento, y a temperatura ambiente comprendida entre 15°C y 35°C.

El equipo se alimentará a una sola fase a la tensión nominal de 230 VAC, y con conexión a tierra. Estará configurado con el máximo número posible (32) de salidas para grupos semafóricos, conectadas de la forma siguiente:

- Al menos una de las salidas estará conectada a un grupo semafórico completamente cargado (5 lámparas).
- Al menos una de las salidas se conectará a un grupo semafórico con la carga mínima.
- El resto de grupos tendrán la carga repartida hasta llegar a la carga máxima admitida por el regulador.

El laboratorio de pruebas seleccionará libremente cuáles serán las salidas conectadas con las cargas mínimas y máximas.

Los semáforos, o las cargas utilizadas durante la prueba, tendrán que presentar un consumo comprendido entre 7 W y 15 W y un factor de potencia superior a 0,9 cuando se les aplique la tensión nominal de 42 VAC a los bornes de entrada.

### 5.2 Salidas a semáforos

#### 5.2.1 Medidas

En estas condiciones, se efectuarán las medidas detalladas en la tabla siguiente. Se considerará que la prueba ha sido superada si la magnitud medida está dentro de los umbrales máximos y mínimos indicados.

Estas medidas están basadas en las especificaciones de CENELEC incluidas en este documento como 0.

**Tabla 5-1: Lista de comprobación de las medidas de salida a semáforos**

Propiedad	Definición	Valores	
Tensión de funcionamiento ( $U_{IN}$ )	Tensión eficaz a la salida del regulador con la que la intensidad luminosa corresponde a la clase indicada a la norma EN 12368	$50 V_{AC} > U_{IN} > 31 V_{AC}$	□
Tensión de funcionamiento con atenuación ( $U_{IN(dimmed)}$ )	Tensión eficaz a en la salida del regulador con la que la intensidad luminosa corresponde a los niveles deseados para operar con luminosidad reducida ( <i>dimming</i> )	$29V_{AC} > U_{IN(dimmed)} > 19V_{AC}$	□

### 5.2.2 Pruebas funcionales

Además, después de realizar una operación de calibración, se realizarán las pruebas funcionales siguientes, tanto con iluminación plena como atenuada.

#### 5.2.2.1 Detección de lámpara fundida

Se procederá a simular una avería de una de las lámparas de la salida con carga máxima. El regulador deberá generar la alarma correspondiente.

#### 5.2.2.2 Detección de sobrecorrientes

En uno cualquiera de los grupos de salida, se forzará la activación simultánea de dos lámparas (verdes y rojos) cuando la orden de salida sea activar sólo uno. El regulador deberá generar la alarma correspondiente.

#### 5.2.2.3 Protección contra cortocircuitos

Se procederá a cortocircuitar aleatoriamente un color de salida. El regulador deberá:

- Generar la correspondiente alarma.
- Recuperar el funcionamiento normal, una vez se haya eliminado el cortocircuito, sin que ello implique otro daño para el equipo que la sustitución del fusible de protección.

## 5.3 Entradas externas

Se probarán las características de todos los circuitos de entrada, tanto de entrada con tensión externa como de entrada por contacto libre de potencial, según los márgenes establecidos en el apartado 5.3 (Prueba de entradas externas) de la norma experimental española UNE 135401-2 [1].

No es necesario verificar circuitos idénticos de entradas múltiples.

## 5.4 Salidas externas

Se probarán las características de cada tipo de circuito de salida, según la Norma UNE 135401-1 [1].

Se considerará la prueba superada si los valores medidos de tensiones y corrientes (en caso de que sea aplicables) quedan dentro de los márgenes declarados por el fabricante, y si el aislamiento de las señales de salida es como mínimo de 100V.

Asimismo se verificará que las salidas están protegidas contra conexión a tensiones principales y altas tensiones inducidas debido a descargas electrostáticas y puntas de carga.

No es necesario verificar circuitos idénticos de salidas múltiples.



## **6 ENSAYOS DE SEGURIDAD ELÉCTRICA**

### **6.1 Generalidades**

El objeto de estos ensayos es verificar el funcionamiento seguro del regulador en los aspectos referentes a la seguridad eléctrica.

Los ensayos se llevarán a cabo con el equipo en funcionamiento en su configuración máxima y en condiciones ambientales de presión atmosférica, temperatura y humedad relativa dentro de los rangos definidos en el apartado 6.2 de la norma UNE 135401-2 EX [1].

### **6.2 Ensayo de continuidad de los conductores de protección.**

Se realizará una inspección visual para verificar que:

- Las partes metálicas están puestas a tierra de forma segura.
- Las partes móviles están puestas a tierra mediante conductor de tierra que enlace ambas partes o mediante bisagras metálicas protegidas contra la corrosión.

Asimismo, se realizarán medidas de la impedancia entre el terminal principal de tierra y:

- Cada conductor de protección de tierra
- La protección de tierra de los cables de salida
- La protección de tierra de los equipos auxiliares, si los hubiera

para verificar que los valores de impedancia quedan entre los márgenes establecidos por la norma UNE EN 60950 [32].<sup>2</sup>

### **6.3 Etiquetado**

Se llevará a cabo una inspección visual para verificar la correcta disposición y localización de las etiquetas de advertencia.

### **6.4 Tensiones peligrosas**

Se llevará a cabo una inspección, según indica la norma UNE EN 60950 [32] para verificar que no hay acceso a:

- a) Tensiones peligrosas para el público
- b) Tensiones peligrosas para el usuario
- c) Tensiones peligrosas para el personal de mantenimiento sin usar herramientas para quitar las obstrucciones, que deben estar marcadas con etiquetas de advertencia.

---

<sup>2</sup> Se considera más apropiado referirse a esta norma, en lugar de a la norma UNE 20460-5-54 [18] propuesta por UNE 135401-2.

## **6.5 Rigidez dieléctrica**

Se procederá a realizar un ensayo de rigidez dieléctrica, aplicando 1500V entre las partes activas y tierra (Ver [32])

## **6.6 Riesgos de incendio**

Se llevará a cabo la inspección de las secciones de la instalación eléctrica y los dispositivos de desconexión automática empleados. El suministrador mostrará cómo la jerarquía de desconexión protege la instalación.

## **6.7 Dispositivos de protección de las corrientes de defecto**

Se verificará la existencia y el correcto funcionamiento de interruptores magnétotérmico y diferencial monobloc con rearme automático próximos al estándar, y con una intensidad de defecto nominal de 300mA.

En el caso de equipos dotados de SAI, deberá comprobarse que hay instalados dos interruptores magnétotérmico y diferencial monobloc con rearme automático (uno a la entrada de la acometida eléctrica y otro situado entre la salida del SAI y la entrada de alimentación del regulador).

## 7 ENSAYOS DE SEGURIDAD DE TRÁFICO

### 7.1 Aspectos generales

El objeto de estos ensayos es verificar que se cumplen los requisitos de seguridad de funcionamiento descritos por la norma UNE 135401-1 [7]. La seguridad consiste en evitar la aparición de mensajes incorrectos en los semáforos que puedan ocasionar peligro a los usuarios (por ejemplo, señales conflictivas, ausentes o no deseadas)

Los ensayos se llevarán a cabo según se especifica en el apartado 7 (Pruebas de seguridad del tráfico) norma UNE 135401-2 EX [1], con las siguientes salvedades:

- Las señales que por seguridad deben estar encendidas (por ejemplo, rojo) se consideraran encendidas si la tensión de salida en el regulador es superior a 18 VAC.
- Las señales que por seguridad deben estar apagadas (por ejemplo, verde) se consideraran apagadas si la tensión de salida en el regulador es inferior a 15 VAC.

Si un fallo puede provocar una señalización que haga peligrar el tráfico, un dispositivo de seguridad funcionalmente independiente provocará el paso a un estado seguro de funcionamiento. El intervalo de tiempo transcurrido desde la aparición de la señalización peligrosa hasta su eliminación será como máximo de 500 ms.

### 7.2 Salidas a semáforos

A continuación se detallan las clases mínimas que deben requerirse a un equipo para que pueda homologarse, según la clasificación definida en la norma UNE 135401-1 [7].

#### 7.2.1 Conflicto verde/verde

**Clase AA1:** La aparición de verdes conflictivos mostrados simultáneamente debe registrar un fallo.

#### 7.2.2 Colores no deseados

**Clase BA1:** La aparición de señales no deseadas en modo de control debe registrar un fallo.

**Clase BB1:** La aparición de señales no deseadas en modo de reposo<sup>3</sup> debe registrar un fallo.

**Clase BC1:** La aparición de señales no deseadas en modo de fallo debe provocar la retirada de la alimentación de los semáforos.

#### 7.2.3 Señales ausentes

**Clase CB1:** La ausencia del último rojo que debiera estar presente en algún grupo semafórico deberá registrar un fallo, independientemente del estado de los otros grupos<sup>4</sup>.

---

<sup>3</sup> Se entiende por modo de reposo al estado en que todas los grupos están en ambar intermitente excepto los grupos de peatones que están apagados.

<sup>4</sup> Es decir, en caso de averías sucesivas de las unidades ópticas de un grupo, se generará un fallo mayor cuando la última que funcionaba correctamente quede fuera de servicio.

### **7.3 Ensayo de baja tensión**

Se efectuará la prueba descrita en el apartado 7.2 de la norma UNE 135401-2 EX [1].

### **7.4 Ensayo de tensión de puesta en marcha**

Se efectuará la prueba descrita en el apartado 7.3 de la norma UNE 135401-2 EX [1].

### **7.5 Ensayo de corte de suministro**

Se efectuará la prueba descrita en el apartado 7.4 de la norma UNE 135401-2 EX [1] para verificar que el comportamiento del equipo corresponde a los criterios definidos como clase E1.

### **7.6 Ensayo de fluctuaciones de suministro**

Se efectuará la prueba descrita en el apartado 7.5 de la norma UNE 135401-2 EX [1].

## 8 ENSAYOS DE CEM

### 8.1 Introducció

La Directiva Comunitaria 89/336/CEE (Directiva de nuevo enfoque<sup>5</sup>) relativa a la compatibilidad electromagnética (CEM) pretende proteger el funcionamiento de los sistemas de comunicación y otros dispositivos o sistemas de las interferencias electromagnéticas. Esta directiva es obligatoria desde el 1 de Enero de 1996.

Por otra parte, el marcaje CE (declaración de conformidad con la legislación europea que demuestra que un determinado artículo cumple los requisitos especificados por las directivas de nuevo enfoque aplicables) es efectivo desde el 1 de Enero de 1997 y es imprescindible para la comercialización de cualquier producto dentro del ámbito de la Unión Europea.

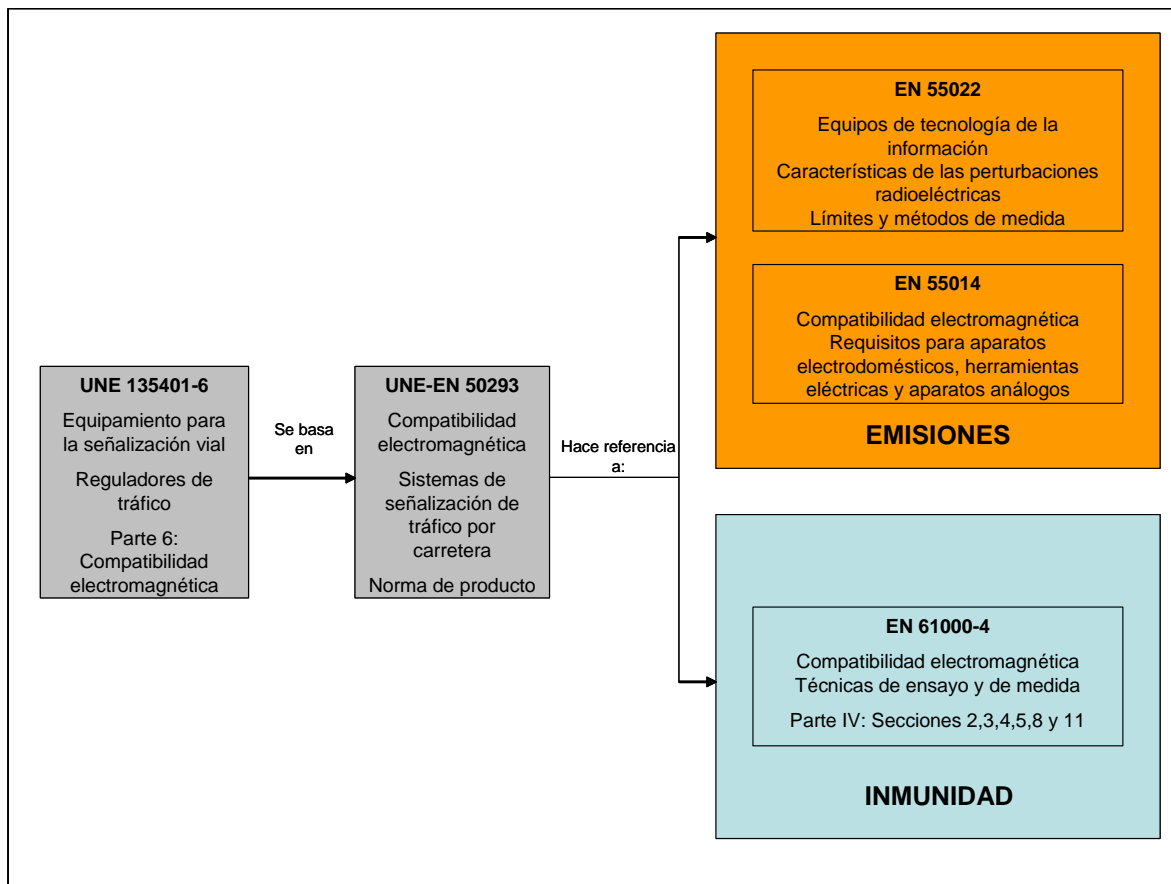
La normativa española aplicable a los reguladores semafóricos en materia de compatibilidad electromagnética es la contenida en el documento UNE135401-6 [5], basado en la norma de producto UNE-EN 50293 [8]. Esta última es una normativa armonizada según la directiva de compatibilidad electromagnética, y es por tanto de cumplimiento obligado para la obtención del marcaje CE. Define los límites y métodos de prueba de los sistemas y dispositivos de señalización del tráfico viario en relación con:

- Las **emisiones** de estos aparatos que puedan causar interferencias con otros dispositivos (por ejemplo, aparatos de radio).
- La **inmunidad** de los aparatos a las perturbaciones continuas y transitorias, conducidas y radiadas, incluyendo las descargas electrostáticas.

y hace referencia a una serie de normas básicas y genéricas, que se irán relacionando a lo largo de este capítulo, y cuya interrelación queda reflejada en el diagrama adjunto.

---

<sup>5</sup> New Approach Directive



**Fig. 1: Normativa de compatibilidad electromagnética**

La tabla siguiente resume los ensayos que hay que realizar para verificar la compatibilidad electromagnética de los reguladores semafóricos y la normativa de referencia aplicable:

**Tabla 8-1: Ensayos de compatibilidad electromagnética**

TIPO	PUERTO	FENÓMENO	REFERENCIA
EMISIÓN	ENVOLVENTE	Radiofrecuencia campo electromagnético	EN 55022
	ENTRADA CA RED	Radiofrecuencia emisiones conducidas	EN 55022
		Interferencias discontinuas	EN 55014
		Emisión de armónicos	EN 61000-3-2
		Variaciones de tensión y <i>flicker</i>	EN 61000-3-3
INMUNIDAD	ENVOLVENTE	Radiofrecuencia campo electromagnético	EN 61000-4-3
		Descarga electrostática	EN 61000-4-2
		Radiofrecuencia campo electromagnético pulso modulado	EN 61000-4-3
		Frecuencia de red inducida	EN 61000-4-8
	SEÑALES Y CONTROL	Radiofrecuencia (modo común)	EN 61000-4-6
		Transitorios rápidos	EN 61000-4-4
		Ondas de choque	EN 61000-4-5
	E/S EN CA	Radiofrecuencia (modo común)	EN 61000-4-6
		Transitorios rápidos (modo común)	EN 61000-4-4
		Bajadas de tensión	EN 61000-4-11
		Cortes de tensión	EN 61000-4-11
		Ondas de choque	EN 61000-4-5

## 8.2 Condiciones generales

Los ensayos se llevaran a cabo de manera que se maximicen los niveles de emisión y de susceptibilidad, tal como se indica en apartado 1.4 (Condiciones comunes de los ensayos) de la norma EN 50293 [8], y con la configuración descrita en el apartado 1.5.

Se establecen dos criterios de aceptación:

**Criterio de funcionamiento A.** - No se observan cambios en el funcionamiento. El regulador trabaja con los requerimientos especificados en las normas 135401-1, 135401-2 y 135401-3.

**Criterio de funcionamiento B.-** No hay degradación de los requisitos de seguridad. No se detectan alteraciones ni en el funcionamiento ni en los datos almacenados. Es aceptable que los semáforos se enciendan y se apaguen durante un tiempo inferior al tiempo máximo de detección de

fallo. Es aceptable que se produzcan errores en la detección de vehículos durante la prueba.

En cada uno de los ensayos de compatibilidad electromagnética que a continuación se relacionan se indica cuál de los dos criterios de aceptación se aplica.

## 8.3 Ensayos de emisión

### 8.3.1 Aspectos generales

El objetivo de estos ensayos es analizar los niveles de emisión electromagnética de los reguladores con el fin de proteger la radiodifusión y otros servicios de telecomunicaciones y permitir el correcto funcionamiento de otros equipos que estén situados a distancias razonables.

Las condiciones generales de estos ensayos serán las descritas en el apartado 7 de la norma UNE 135401-6 [5].

Los límites para las perturbaciones conducidas en los bornes de alimentación y puertos de telecomunicación, así como los correspondientes a las perturbaciones radiadas se interpretarán con arreglo a lo indicado en el apartado 5 de la norma UNE-EN 55022 [22]. El regulador semafórico se clasifica como un equipo de tecnología de la información (ETI) de clase B.

Las condiciones generales y métodos de medida y la puesta a punto para las pruebas se encuentran también definidos en la mencionada norma, por lo que no se repiten aquí.

### 8.3.2 Límites de las perturbaciones conducidas en bornes de alimentación

Se presentan en la siguiente tabla:

<b>Tabla 8-2: Límites de las perturbaciones conducidas en los bornes de alimentación</b>		
Banda de frecuencias	Cuasipico	Valor medio
MHz	dB( $\mu$ V)	dB( $\mu$ V)
0,15 a 0,50	De 66 a 56, decreciendo linealmente con el logaritmo de la frecuencia	De 56 a 46, linealmente con el logaritmo de la frecuencia
0,50 a 5	56	46
5 a 30	60	50

### 8.3.3 Límites de las perturbaciones conducidas en puertos de telecomunicación.

Se presentan en la siguiente tabla:



<b>Tabla 8-3: Límites de las perturbaciones conducidas en puertos de telecomunicación</b>				
Banda de frecuencias	Límites de tensión		Límites de corriente	
MHz	dB(μV)		dB(μA)	
	Cuasipico	Valor medio	Cuasipico	Valor medio
0,5 a 30	74	64	30	20
0,15 a 0,5	De 84 a 74	De 74 a 64	De 40 a 30	De 30 a 20
	Decreciendo linealmente con el logaritmo de la frecuencia			

#### 8.3.4 Límites de las perturbaciones radiadas.

Los límites para las perturbaciones radiadas a través del puerto de la envolvente, medidos a una distancia de 10 metros, se presentan en la siguiente tabla:

<b>Tabla 8-4: Límites de las perturbaciones radiadas</b>	
Banda de frecuencias	Límites cuasipico
MHz	dB(μV/m)
30 a 230	30
230 a 1.000	37

#### 8.3.5 Ensayo de interferencias discontinuas

El objetivo de este ensayo es analizar los valores de emisión de perturbaciones discontinuas a frecuencias radioeléctricas en los bornes de entrada y salida de corriente alterna del regulador

Los límites para estas perturbaciones discontinuas en los bornes de alimentación se interpretarán con arreglo a lo indicado en el capítulo 4 de la norma UNE-EN 55014-1 [23]

Las condiciones generales de medida, los equipos (receptor con detector de cuasipicos) y métodos de medida y la puesta a punto para las pruebas se encuentran también definidos en la mencionada norma, por lo que no se repiten aquí.

La tabla siguiente presenta los límites admisibles de tensión en bornes para la gama de frecuencias de 148,5 kHz a 30 MHz:

<b>Tabla 8-5: Límites de las perturbaciones discontinuas</b>		
Banda de frecuencias	Cuasi pico	Valor medio
MHz	dB (μV)	dB (μV)
0,15 a 0,50	De 66 a 56, decreciendo linealmente con el logaritmo de la frecuencia	De 56 a 46, linealmente con el logaritmo de la frecuencia
0,5 a 5	56	46
5 a 30	60	50

### 8.3.6 Emisiones de corriente armónica

El objeto de este ensayo es analizar las corrientes armónicas que pueda inyectar el regulador en la red pública de suministro eléctrico, a través de los bornes de alimentación.

El regulador se considera un equipo de clase A, según la norma UNE-EN-61000-3-2 [33]. Esta misma norma define los métodos de ensayo (Capítulo VI), los límites aceptables de inyección de armónicos (Capítulo VII) y las condiciones de la prueba.

### 8.3.7 Variaciones de tensión y *flicker*

El objeto de este ensayo es analizar las variaciones de tensión y *flicker* que pueda provocar el regulador en la red pública de suministro eléctrico, a través de los bornes de alimentación.

Para ello se utilizarán los métodos de prueba descritos en el capítulo IV de la norma UNE-EN-61000-3-3 [34]. Esta misma norma define los límites aceptables de variaciones de tensión y de *flicker* (Capítulo V) y las condiciones de la prueba (Capítulo VI).

## 8.4 Inmunidad

El objetivo de estos ensayos es analizar el comportamiento de los reguladores semafóricos en relación con las perturbaciones continuas y transitorias, conducidas y radiadas, incluyendo las descargas electrostáticas.

Las condiciones generales de estos ensayos serán las descritas en el apartado 8 de la norma UNE 135401-6 [5].

A continuación se relaciona cada uno de los ensayos de inmunidad que deben llevarse a cabo, con indicación de las normas de referencia aplicables. Las condiciones generales de medida, los equipos y métodos de medida y la puesta a punto para las pruebas se encuentran también definidos en las mencionadas normas, por lo que no se repiten aquí.

### 8.4.1 Puerto de la envolvente

#### 8.4.1.1 Radiofrecuencia del campo electromagnético.

Este ensayo tiene por objeto evaluar las características de funcionamiento del regulador sometido a campos electromagnéticos de frecuencias radioeléctricas, originados tanto por equipos de comunicaciones como por radiaciones espúreas producidas por otros aparatos.

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-3 [25].

La tabla siguiente muestra los niveles de ensayo referidos a casos generales:

<b>Tabla 8-6: Niveles de ensayo para casos generales</b>		
Magnitud	Valor	Unidad
Margen de frecuencias	80 – 1.000	MHz
Intensidad del campo (portadora sin modular)	10	V/m

Para el ensayo, la señal se modula en amplitud al 80% con una señal de 1kHz.

La prueba se considerará superada si no se observan cambios en su funcionamiento (criterio de funcionamiento A según la norma UNE-EN 50293).

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducir el ensayo, según lo prescrito en el apartado 10 de la norma EN 61000-4-3.

#### 8.4.1.2 Descarga electrostática

Este ensayo tiene por objeto evaluar las características de funcionamiento del regulador sometido a descargas electrostáticas, producidas tanto por los operadores como por objetos situados en las proximidades.

Los niveles de ensayo se interpretarán con arreglo a lo indicado en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-2 [24].

La tabla siguiente muestra los niveles de ensayo referidos a descargas por contacto y descargas en el aire:

<b>Tabla 8-7: Niveles de ensayo de descarga electrostática</b>			
Descarga por contacto		Descarga en el aire	
Nivel	Tensión de ensayo (kV)	Nivel	Tensión de ensayo (kV)
2	4	3	8

La prueba se considerará superada si no se observa degradación de los requisitos de seguridad, ni alteraciones del funcionamiento o de los datos almacenados. Se aceptará que los semáforos se apaguen y enciendan durante un periodo menor que el tiempo de detección de fallos y que se registren errores en la detección de vehículos (criterio de funcionamiento B según la norma UNE-EN 50293).

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducir el ensayo, según lo prescrito en el apartado 10 del documento EN 61000-4-2/A2 (modificación A2 de la norma EN 61000-4-2 [24]).

#### 8.4.1.3 Radiofrecuencia campo magnético pulso modulado.

Este ensayo tiene por objeto evaluar las características de funcionamiento del regulador sometido a campos electromagnéticos de frecuencias radioeléctricas, originados por el uso de radioteléfonos digitales funcionando a frecuencias comprendidas entre 0,8 y 3 GHz.

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-3 [25].

La tabla siguiente muestra los niveles de ensayo referidos a emisiones de frecuencias radioeléctricas de los teléfonos digitales.

<b>Tabla 8-8: Niveles de ensayo de emisiones de frecuencias radioeléctricas</b>		
	Márgenes de frecuencia (MHz)	
	900±5	1890±1
Intensidad de campo	10 V/m	10V/m
Ciclo	50%	50%
Frecuencia de repetición de la ráfaga	200 Hz	200 Hz

También deberá ensayarse, con los mismos niveles, el rango de frecuencias 1,9GHz a 2,7GHz, asignado a las transmisiones UMTS.

Para la aceptación, se aplicará el criterio de funcionamiento A según EN 50293.

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducir el ensayo, según lo prescrito en el apartado 10 de la norma EN 61000-4-3 [25].

#### 8.4.1.4 Frecuencia de red inducida

Este ensayo tiene por objeto evaluar las características de funcionamiento del regulador sometido a campos magnéticos continuos a la frecuencia industrial. Sólo se requiere realizar este ensayo si el regulador es susceptible a los campos magnéticos (por ejemplo, si incorpora detectores inductivos).

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-8 [29], seleccionando una intensidad de campo magnético continuo de 60 A/m.

Para la aceptación, se aplicará el criterio de funcionamiento B según EN 50293.

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducir el ensayo, según lo prescrito en el apartado 10 del documento EN 61000-4-8/A1 (modificación A1 de la norma EN 61000-4-8 [29]).

### 8.4.2 Puertos para líneas de señales y control

#### 8.4.2.1 Ensayo de radiofrecuencia (modo común)

Este ensayo tiene por objeto evaluar las características de funcionamiento del regulador sometido a perturbaciones electromagnéticas provocadas por transmisores de alta frecuencia (RF) en el rango de frecuencias de 9kHz a 80MHz, que pueden afectar a todo

lo largo de los cables conectados al regulador (conductores de entrada y salida, cables de conexión, líneas de telecomunicaciones, etc. )

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-6 [28].

El nivel de ensayo aplicable será el definido como nivel 3 (entorno de radiación electromagnética severo) por la mencionada norma, es decir, 10 Voltios (equivalentes a 140 dB[μV]) en el rango de frecuencias comprendido entre 150kHz y 80 MHz, modulados al 80% de la amplitud con una onda sinusoidal de 1kHz. Se aplicará a todos aquellos puertos con cables de longitud total superior a 3 metros.

Para la aceptación, se aplicará el criterio de funcionamiento A según EN 50293.

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducirlo, según lo prescrito en el apartado 10 del documento EN 61000-4-6/A1 (modificación A1 de la norma EN 61000-4-6 [28]).

#### 8.4.2.2 Ensayo de transitorios rápidos.

Este ensayo tiene por objeto evaluar las características de funcionamiento del regulador sometido a transitorios rápidos en ráfagas en los puertos de entrada/salida, de datos y de control.

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-4 [26] que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8-9: Niveles de ensayo de transitorios rápidos	
Nivel	3
Tensión de cresta	1 kV
Frecuencia de repetición	5 kHz
T <sub>R</sub> (Tiempo de subida, del 10% al 90% de la tensión de pico)	5 ns
T <sub>H</sub> (Duración del impulso, valor superior al 50% de la tensión de pico)	50 ns

El nivel de ensayo aplicable será el definido como nivel 3 (entorno industrial típico) por la mencionada norma. Se aplicará a todos aquellos puertos con cables de longitud total superior a 3 metros.

Para la aceptación, se aplicará el criterio de funcionamiento B según EN 50293.

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducir el ensayo, según lo prescrito en el apartado 10 del documento EN 61000-4-4 [26].

#### 8.4.2.3 Ensayo de inmunidad a las ondas de choque.

Este ensayo tiene por objeto evaluar la reacción del regulador cuando se somete a sobretensiones de maniobra y atmosféricas en las líneas de interconexión.

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-5 [27] que se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8-10: Niveles de ensayo de inmunidad a las ondas de choque	
Clase de instalación	3
Nivel de ensayo línea a línea	1 kV
Nivel de ensayo línea a tierra	2 kV
Forma de onda de tensión a circuito abierto ( $T_1 / T_2$ )	1,2/50 $\mu$ s
Forma de onda de corriente en cortocircuito ( $T_1 / T_2$ )	8/20 $\mu$ s

Siendo:

- $T_1$ : Duración del frente
- $T_2$ : Tiempo transcurrido hasta el valor mitad del frente

según las definiciones de la norma internacional CEI 60-1 [20] que se encuentran también recogidas en el documento de armonización HD588.1 S1 [31] y en la norma española UNE 21308-1:1994 [30].

Para las pruebas se utilizará un generador híbrido de ondas combinadas, descrito en el apartado 6.1 de la mencionada norma.

La norma europea EN50293 y la norma española 135401-6 proponen los niveles de ensayo correspondientes a la **clase de instalación 2** (Entornos eléctricos donde los cables están bien separados, incluso los de poca longitud y la alimentación de los circuitos electrónicos está separada del resto de circuitos, principalmente mediante un transformador especial para la alimentación). No obstante, para el regulador se deberán efectuar los niveles de ensayo correspondientes a la **clase 3** (Entornos eléctricos donde los cables de potencia y de señal van en paralelo, y los equipos electrónicos protegidos y los eléctricos menos sensibles están conectados a la misma red de alimentación)

Para la aceptación, se aplicará el criterio de funcionamiento B según EN 50293.

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducir el ensayo, según lo prescrito en el apartado 10 del documento EN 61000-4-5/A1 (modificación A1 de la norma EN 61000-4-5 [27]).

### 8.4.3 Puertos para entradas y salidas de potencia en corriente alterna

#### 8.4.3.1 *Ensayo de radiofrecuencia (modo común)*

Este ensayo tiene por objeto evaluar las características de funcionamiento del regulador sometido a perturbaciones electromagnéticas provocadas por transmisores de alta frecuencia (RF) en el rango de frecuencias de 9kHz a 80MHz, que pueden afectar a todo lo largo de los cables de entrada y salida de potencia alterna conectados al regulador (incluye salidas a semáforos y señales acústicas).

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-6 [28].

El nivel de ensayo aplicable será el definido como nivel 3 (entorno de radiación electromagnética severo) por la mencionada norma, es decir, 10 Voltios (equivalentes a 140 dB[μV]) en el rango de frecuencias comprendido entre 150kHz y 80 MHz, modulados al 80% de la amplitud con una onda sinusoidal de 1kHz. Se aplicará a todos aquellos puertos con cables de longitud total superior a 3 metros.

Para la aceptación, se aplicará el criterio de funcionamiento A según EN 50293.

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducirlo, según lo prescrito en el apartado 10 del documento EN 61000-4-6/A1 (modificación A1 de la norma EN 61000-4-6 [28]).

#### 8.4.3.2 Ensayo de transitorios rápidos.

Este ensayo tiene por objeto evaluar las características de funcionamiento del regulador sometido a transitorios rápidos en ráfagas en los puertos de entrada y salida de potencia en corriente alterna.

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-4 [26] que se muestran en la siguiente tabla:

<b>Tabla 8-11: Niveles de ensayo de transitorios rápidos</b>	
Nivel	3
Tensión de cresta	2 kV
Frecuencia de repetición	5 kHz
T <sub>R</sub> (Tiempo de subida, del 10% al 90% de la tensión de pico)	5 ns
T <sub>H</sub> (Duración del impulso, valor superior al 50% de la tensión de pico)	50 ns

El nivel de ensayo aplicable será el definido como nivel 3 (entorno industrial típico) por la mencionada norma. Se aplicará a todos los puertos.

Para la aceptación, se aplicará el criterio de funcionamiento B según EN 50293.

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducir el ensayo, según lo prescrito en el apartado 10 del documento EN 61000-4-4 [26].

#### 8.4.3.3 Ensayo de inmunidad a las ondas de choque.

Este ensayo tiene por objeto evaluar la reacción del regulador cuando se somete a sobretensiones de maniobra y atmosféricas en las líneas de entrada y salida de potencia en corriente alterna.

Se aplicarán los niveles de ensayo descritos en el apartado 5 de la norma UNE-EN 61000-4-5 [27] que se muestran en la siguiente tabla:

<b>Tabla 8-12: Niveles de ensayo de inmunidad a las ondas de choque</b>	
Clase de instalación	X

Nivel de ensayo línea a línea	4 kV
Nivel de ensayo línea a tierra	6 kV
Forma de onda de tensión a circuito abierto ( $T_1 / T_2$ )	1,2/50 $\mu$ s
Forma de onda de corriente en cortocircuito ( $T_1 / T_2$ )	8/20 $\mu$ s

Siendo:

- $T_1$ : Duración del frente
- $T_2$ : Tiempo transcurrido hasta el valor mitad del frente

según las definiciones de la norma internacional CEI 60-1 [20] que se encuentran también recogidas en el documento de armonización HD588.1 S1 [31] y en la norma española UNE 21308-1:1994 [30].

Para las pruebas se utilizará un generador híbrido de ondas combinadas, descrito en el apartado 6.1 de la mencionada norma.

La norma europea EN50293 y la norma española 135401-6 proponen los niveles de ensayo correspondientes a la **clase de instalación 3** (Entornos eléctricos donde los cables de potencia y de señal van en paralelo, y los equipos electrónicos protegidos y los eléctricos menos sensibles están conectados a la misma red de alimentación). No obstante, se deberán efectuar niveles de ensayo específicos para el regulador (**clase X**).

Para la aceptación, se aplicará el criterio de funcionamiento B según EN 50293.

Deberá generarse un informe de ensayo que contenga todas las informaciones necesarias para poder reproducir el ensayo, según lo prescrito en el apartado 10 del documento EN 61000-4-5/A1 (modificación A1 de la norma EN 61000-4-5 [27]).



## NORMATIVAS DE REFERENCIA

- [1] UNE 135401-2 EX  
***Equipamiento para la señalización vial – Reguladores de tráfico  
Parte 2: Métodos de prueba***
  
- [2] UNE 135401-1 EX  
***Equipamiento para la señalización vial – Reguladores de tráfico  
Parte 1: Características funcionales***
  
- [3] UNE 135401-3  
***Equipamiento para la señalización vial – Reguladores de tráfico  
Parte 3: Características eléctricas***
  
- [4] UNE 135401-5 IN  
***Equipamiento para la señalización vial – Reguladores de tráfico  
Parte 4: Protocolo de comunicaciones, tipo V***
  
- [5] UNE 135401-6  
***Equipamiento para la señalización vial – Reguladores de tráfico  
Compatibilidad electromagnética***
  
- [6] UNE-HD 638 S1:2001  
***Sistemas de señalización del tráfico viario***
  
- [7] UNE-EN 12675:2001  
***Semáforos. Requisitos funcionales de seguridad***
  
- [8] UNE-EN 50293:2001  
***Compatibilidad electromagnética  
Sistemas de señalización del tráfico por carretera  
Norma de producto***
  
- [9] UNE-EN 60068-2-64  
***Ensayos ambientales***

**Parte 2: Métodos de ensayo**

**Ensayo Fh: Vibración aleatoria de banda ancha (control digital) y guía**

[10] EN 50102:1995

**Grados de protección proporcionados por las envolventes de materiales eléctricos contra los impactos mecánicos externos (código IK)**

[11] EN 60068-2-75

**Ensayos ambientales.**

**Parte 2: Ensayos. Ensayo Eh: Ensayos de martillos**

[12] EN 60259:1991

**Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP)**

[13] UNE 20324 Erratum

**Grados de protección proporcionados por las envolventes (código IP)**

[14] EN 60068-2-2:1993

**Ensayos ambientales**

**Parte 2: Ensayos**

**Ensayo B: Calor seco**

[15] EN 60068-2-1:1993

**Ensayos ambientales**

**Parte 2: Ensayos**

**Ensayo B: Frío**

[16] EN 60068-2-30:1999

**Ensayos ambientales**

**Parte 2: Ensayos**

**Ensayo Db y guía: Ensayo cíclico de calor húmedo (ciclo de 12+12 horas)**

[17] EN 60068-2-5:1999

**Ensayos ambientales**

**Parte 2: Ensayos**

**Ensayo Sa: Radiación solar artificial al nivel de la superficie terrestre**

[18] UNE 20460-5-54:1990

**Instalaciones eléctricas en edificios. Elección e instalación de los materiales eléctricos. Puesta a tierra y conductores de protección**

[19] CEI 60536

**Clasificación de los equipos eléctricos y electrónicos respecto a la protección contra choques eléctricos**

[20] CEI 60-1

**Técnicas de ensayo de alta tensión**

**Parte 1: Definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos**

[21] UNE-EN 61008-1:1996

**Interruptores automáticos para actuar por corriente diferencial residual, sin dispositivo de protección contra sobreintensidades, para usos domésticos y análogos (ID)**

[22] UNE-EN 55022

**Equipos de tecnología de la información**

**Características de las perturbaciones radioeléctricas**

**Límites y métodos de medida**

[23] UNE-EN 55014

**Compatibilidad electromagnética**

**Requisitos para aparatos electrodomésticos, herramientas eléctricas y aparatos análogos**

**Parte 1: Emisión**

[24] UNE-EN 61000-4-2

**Compatibilidad electromagnética**

**Parte 4: Técnicas de ensayo y medida**

**Sección 2: Ensayos de inmunidad a las descargas electrostáticas**

**Norma básica de CEM**

- [25] UNE-EN 61000-4-3  
**Compatibilidad electromagnética**  
**Parte 4-3: Técnicas de ensayo y medida**  
**Ensayos de inmunidad a los campos electromagnéticos, radiados y de radiofrecuencia**
- [26] UNE-EN 61000-4-4  
**Compatibilidad electromagnética**  
**Parte 4: Técnicas de ensayo y medida**  
**Sección 4: Ensayos de inmunidad a los transitorios eléctricos rápidos en ráfagas**
- [27] UNE-EN 61000-4-5  
**Compatibilidad electromagnética**  
**Parte 4: Técnicas de ensayo y medida**  
**Sección 5: Ensayos de inmunidad a las ondas de choque**
- [28] UNE-EN 61000-4-6  
**Compatibilidad electromagnética**  
**Parte 4: Técnicas de ensayo y medida**  
**Sección 6: Inmunidad a las perturbaciones conducidas, inducidas por campos de radiofrecuencia**
- [29] UNE-EN 61000-4-8  
**Compatibilidad electromagnética**  
**Parte 4: Técnicas de ensayo y medida**  
**Sección 8: Ensayo de inmunidad a los campos magnéticos a la frecuencia industrial**  
**Norma básica de CEM**
- [30] UNE 21308-1:1994  
**Ensayos en alta tensión.**  
**Parte 1: definiciones y prescripciones generales relativas a los ensayos**
- [31] HD 588.1 S1:1991

***High-voltage test techniques***

***Part 1: General definitions and test requirements***

[32] UNE-EN 60950-1:2003

***Equipos de tecnología de la información. Seguridad. Parte 1: Requisitos generales***

[33] UNE-EN 61000-3-2:2001

***Compatibilidad electromagnética (CEM).***

***Parte 3-2: Límites.***

***Límites para las emisiones de corriente armónica (equipos con corriente de entrada  $\leq 16$  A por fase).***

[34] UNE-EN 61000-3-3:1997

***Compatibilidad electromagnética (CEM).***

***Parte 3: Límites.***

***Sección 3: Limitación de las variaciones de tensión, fluctuaciones de tensión y flicker en las redes públicas de suministro de baja tensión para equipos con corriente de entrada  $\leq 16$  A por fase y no sujetos a una conexión condicional.***

## INTERFAZ REGULADOR - SEMÁFORO

Las tablas siguientes resumen las características del interfaz regulador – semáforo definidas por CENELEC.

Property	Unit	Dimension	Threshold	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E	Remarks
<b>Table 1. Operating conditions (steady state)</b>									
<b>Operating voltage</b>	$U_{IN(nom)}$	$V_{AC}$	<b>Nominal</b>	<b>40</b>	<b>42</b>	<b>42</b>	<b>48</b>	<b>230</b>	
(for optical unit)	$U_{IN(min)}$		Minimum	34 (-15%)	36 (-14,3%)	31 (-26,2%)	38 (-21%)	195 (-15%)	
Note [1]	$U_{IN(max)}$		Maximum	50 (+25%)	50 (+19.1%)	50 (+19.1%)	58 (+21%)	254 (+10%)	
Operating current	$I_{IN}$	mA	Minimum	100	80	140		50	
			Maximum	360		485		90	
Operating current window of measurement	-	ms	Minimum	3.5		3.5	3.5	3.5	after zero crossing point
			Maximum	6.5		6.5	6.5	6.5	
Operating current trace inside the window of measurement	Deviation from $I_{IN}$	%	Maximum	10 %	Total harmonic distortion (THD) $\leq$ 33%	Total harmonic distortion (THD) $\leq$ 33%	Total harmonic distortion (THD) $\leq$ 20%	Total harmonic distortion (THD) $\leq$ 20%	applies <i>after</i> the transient over current interval $T_{ON}$ (current)
Operating current trace outside the window of measurement	Deviation from $I_{IN}$	%	Maximum	20 %					
Power consumption at nominal value of the operating voltage	$P_{IN(nom)}$	W	Minimum	5	7	7	8	5	
			Maximum	9	15	15	12	20	
Power factor	$\lambda$	[1]	Minimum	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	In accordance with EN 61000-3-2, Class C (luminous media), both in operating and in failure state

Note [1]. The voltage drop in cables between the traffic signal controller and the signal heads must be incorporated in these values. A voltage drop of maximum 5 % is considered an acceptable value.

Property	Unit	Dimension	Threshold	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E	Remarks
<b>Table 2. Switching-on (illumination) procedure</b>									
Switch-on interval - current	$T_{SET}$ (current)	ms	Maximum	20		20	20	30	
Switch-on interval - light	$T_{ON}$ (light)	ms	Maximum	50	50	50	50	50	
Switch-on voltage	$U_{ON}$ (stop)	$V_{AC}$	Minimum	11		15	15	80	1) Upper safety limit
			Maximum	20 1)		18	22	120	
	$U_{ON}$ (go)	$V_{AC}$	Minimum	16		15	15	80	
			Maximum	25		18	22	120	
Transient time - switch-on overcurrent	$T_{ON}$ (current)	ms	Maximum	100 (90% < $I_{IN}$ < 110%)	100 (80% < $I_{IN}$ < 120%)	100 (80% < $I_{IN}$ < 120%)	200 ( $I = I_{IN(nom)}$ +/- 1%)	100	With a faulty start the specifications under "Fault response Forced switch-off" apply
Switch-on overcurrent	$I_{ON} / I_{IN}$ (max)	[1]	Maximum	2.5				2.5	
	$I_{ON}$	mA	Maximum			1000	1000		Limit over full voltage range

Property	Unit	Dimension	Threshold	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E	Remarks
----------	------	-----------	-----------	--------	--------	--------	--------	--------	---------



Property	Unit	Dimension	Threshold	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E	Remarks
<b>Table 3. Switching-off (extinction) procedure</b>									
Switch-off interval – light	$T_{OFF}$ (light)	ms	Maximum	50	50	50	50	50	
Switch-off voltage	$U_{OFF}$ (stop)	$V_{AC}$	Minimum	11		15	15 <sup>1)</sup>	80	<sup>1)</sup> Guaranteed switch off point
			Maximum	20		18	22	120	
	$U_{OFF}$ (go)	$V_{AC}$	Minimum	16 <sup>2)</sup>		15	15 <sup>1)</sup>	80	<sup>1)</sup> Guaranteed switch off point <sup>2)</sup> Upper safety limit
			Maximum	25		18	22 <sup>3)</sup>	120	<sup>3)</sup> At least 2 V hysteresis required to prevent flickering
Quiescent current – off	$I_{OFF}$ (stop)	mA	Minimum	0				0	measured at $U_{IN} = U_{ON} - 5 V_{rms}$
			Maximum	30				30	
	$I_{OFF}$ (go)	mA	Minimum	8				-	
			Maximum	30				30	
Feedback voltage ratio	$U_{REV} / U_{IN(nom)}$	%	Maximum	15 (within 20 ms)	10 (within 20 ms)	10 (within 50 ms)	10 (within 50 ms)	12 (within 20 ms)	
Optical unit resistance	$R_{OFF}$	$\Omega$	Minimum					-	
			Maximum				3000	-	

Property	Unit	Dimension	Threshold	Type A	Type B	Type C	Type D	Type E	Remarks
<b>Table 4. Fault response procedure</b>									
Residual current – FSO	$I_{FSO}$	mA	Maximum	5		10		15	FSO - Forced switch-off
Reaction interval – FSO	$T_{OFF (FSO)}$	ms	Maximum	100	50	50		<b>100</b>	<b>The maximum reaction time must be guaranteed:</b> – over the entire operating voltage range – when switching on – from operation mode
Switch-off current ratio	$I_{OFF (FSO)} / I_{IN (max)}$	[1]	Maximum	5		10		5	Current used to trigger the “end-of-life fuse”
Load current during force off	$I_{TRIGGER}$	mA	Maximum				1500		
Interval to signal “off” – luminous intensity threshold	$T_{FAIL (stop)}$	ms	Maximum				100		
	$T_{FAIL (go)}$	s	Maximum				2		
Optical unit resistance	$R_{OFF}$	$\Omega$	Minimum						
			Maximum				3000		